

TUGAS AKHIR

**PROSES PENGELASAN *TUNGSTEN INERT GAS* (TIG)
MANUAL PADA *STAINLESS STEEL* SERI 304 JENIS
AUSTENIT DENGAN *GROOVE V 45°* PADA KETEBALAN
PELAT 4 mm**



Disusun sebagai syarat menyelesaikan Studi Strata Satu pada
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh:

ARI EKO SAPUTRO

D 200.16.0108

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

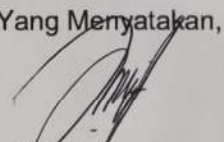
2021

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul **"PROSES PENGELASAN TUNGSTEN INERT GAS (TIG) MANUAL PADA STAINLESS STEEL SERI 304 JENIS AUSTENIT DENGAN GROOVE V 45° PADA KETEBALAN PLAT 4 mm"** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang telah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali sebagian sumber informasinya saya catumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 18 Desember 2021

Yang Menyatakan,



Ari Eko Saputro

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir "**PROSES PENGELASAN TUNGSTEN INERT GAS (TIG) MANUAL PADA STAINLESS STEEL SERI 304 JENIS AUSTENIT DENGAN GROOVE V 45° PADA KETEBALAN PLAT 4 mm**" telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Ari Eko Saputro

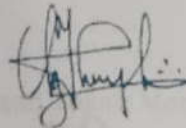
NIM : D 200.16.0108

Disetujui pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 24 November 2021

Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Agus Hariyanto, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul **"PROSES PENGELASAN TUNGSTEN INERT GAS (TIG) MANUAL PADA STAINLESS STEEL SERI 304 JENIS AUSTENIT DENGAN GROOVE V 45° PADA KETEBALAN PLAT 4 mm"** telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana strata satu pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Ari Eko Saputro**

NIM : **D 200.16.0108**

Disah pada :

Hari : **Rabu**

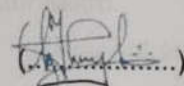
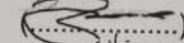
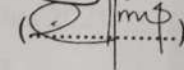
Tanggal : **24 November 2021**

Dewan Penguji :

Ketua : **Ir. Agus Hariyanto, M.T.**

Anggota 1 : **Bambang Waluyo F., S.T., M.T.**

Anggota 2 : **M. Al Fatih Hendrawan, ST., MT.**

()
()
()

Ketua Jurusan Teknik Mesin

()

Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D

MOTTO

“Dan aku tidak menciptakan jin dan manusia melainkan supaya mereka
beribadah kepada-Ku.”

(Q.S Adz Dzariyat: 52)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah suatu kaum, sebelum kaum
itu sendiri mengubah apa yang ada pada diri mereka”

(Q.S Ar-Ra'd [13]: 11)

“Man Jadda Wajadda, Barang siapa yang bersungguh – sungguh maka
dia akan mendapatkannya”



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura, Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 165/II/2021 Tanggal 13 Agustus 2021 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Ir. Agus Hariyanto, M.T.
Pangkat/Jabatan : Lektor
Kedudukan : Pembimbing Tugas Akhir
Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :
Nama : Ari Eko Saputro
Nomor Induk : D 200.16. 0108
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : Proses Pengelasan *Tungsten Inert Gas* (TIG) Manual pada *Stainless Steel* Seri 304 Jenis *Austenit* Dengan *Groove V 45°* pada Ketebalan Plat 4 mm

Rincian Soal/Tugas : Melakukan Proses Pengelasan Metode *Tungsten Inert Gas* (TIG) Manual Bahan Plat *Stainless Steel* 304 tebal 4 mm dengan Pengujian Komposisi Kimia, Uji Tarik, Kekerasan, dan Struktur Mikro.

Demikian Soal Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 09 Agustus 2021

Pembimbing

Ir. Agus Hariyanto, M.T.

Keterangan:

Dibuat rangkap 3 (tiga)

1. Untuk Kajur (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

PERSEMBAHAN

Sebagai ungkapan rasa syukur dan terimakasih, dengan kerendahan hati Tugas Akhir ini persembahkan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat, hidayah, rizki, dan semua yang saya butuhkan sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir.
2. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang telah mencurahkan kasih sayang, cinta, tenaga, dukungan dan do'a yang tulus untuk keberhasilan ananda. Hanya do'a dan ucapan terimakasih yang bisa ananda berikan. Ananda berjanji suatu hari nanti akan membuat bangga ibu dan bapak.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir berjudul “Proses Pengelasan *Tungsten Inert Gas* (TIG) Manual pada *Stainless Steel* Seri 304 Jenis *Austenit* dengan *Groove V 45°* pada Ketebalan Plat 4 mm” dapat diselesaikan dengan baik atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Rois Fatoni, ST, M.Sc, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Kholqillah Ardian Ilman, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Agus Hariyanto, M.T. yang telah mengarahkan, membantu, dan membimbing selama pengerjaan tugas akhir ini.
5. Bapak Bambang Waluyo Febriantoko, ST, MT. selaku dosen penguji ujian tugas akhir.
6. Bapak Ir. Muhammad Alfatih Hendrawan, ST, MT. selaku dosen penguji ujian tugas akhir.
7. Jajaran staff dan dosen di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas segala ilmu yang diberikan selama penulis menempuh studi perkuliahan.
8. Keluarga tercinta, terutama bapak dan ibu yang sangat berharga yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan kepada ananda.

9. Teman-teman seperjuangan tugas akhir. Tetap berjuang, perjalanan kita masih panjang kawan.

10. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2016 yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga Allah seantiasa memberikan kemudahan dalam setiap amalan kita.

Penulis berharap laporan ini bisa bermanfaat bagi yang membaca, dan atas segala kekurangan yang ada pada laporan ini penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis berharap ada kritik dan saran yang bersifat membangun dari segala pihak. Sekali lagi penulis ucapkan terimakasih.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Surakarta, 18 Desember 2021



Ari Eko Saputro

**PROSES PENGELASAN *TUNGSTEN INERT GAS* (TIG) MANUAL
PADA *STAINLESS STEEL* SERI 304 JENIS *AUSTENIT* DENGAN
GROOVE V 45° PADA KETEBALAN PLAT 4 mm**

Abstrak

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) atau biasa juga disebut *Tungsten Inert Gas* (TIG) pada dasarnya adalah pengelasan gas *tungstenarc*, elektroda digunakan sebagai penyala / pengumpan busur nyala api. Pengelasan dengan menggunakan GTAW banyak digunakan untuk mengelas bahan *stainless steel*. Hal ini disebabkan gas *tungsten* akan mengusir oksigen yang akan menimbulkan oksida logam yang hasilnya sangat keras. Pada hasil uji tarik pengelasan GTAW bahan *Stainless Steel 304* mengalami patah ulet, hal ini ditunjukkan hasil patahan diluar dari sambungan las. Dengan rata - rata nilai kekuatan tarik 485,72 MPa dari hasil pengujian kekerasan diperoleh adanya perbedaan kekerasan pada daerah sambungan (*Weld Line*) dengan daerah logam induk dan daerah HAZ (*Heat Affected Zone*). Daerah logam induk memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sambungan (*Weld Line*) dan daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) . Nilai kekerasan tertinggi dimiliki pada logam induk 231,75 VHN. Dari hasil pemeriksaan struktur mikro di daerah sambungan, terlihat besar butir pada daerah sambungan (*Weld Line*), HAZ (*Heat Affected Zone*) dan logam induk berbeda. Pada daerah sambungan (*Weld Line*) ukuran butir lebih kasar dibandingkan dengan daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) dan logam induk.

Kata kunci : *Stainless steel 304*, TIG, Kekuatan tarik, Struktur mikro, Kekerasan *Vickers*

**MANUAL TUNGSTEN INERT GAS (TIG) WELDING PROCESS IN 304
SERIES STAINLESS STEEL AUSTENITE TYPE WITH GROOVE V 45°
AT 4 mm PLAT THICKNESS**

Abstract

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) or commonly called Tungsten Inert Gas (TIG) is basically tungsten arc gas welding, the electrode is used as an ignition / feeder for the arc of the flame. Welding using GTAW is widely used to weld stainless steel. This is because tungsten gas will repel oxygen which will give rise to metal oxides which are very hard. In the results of the GTAW welding tensile test, the Stainless Steel 304 material experienced ductile fractures, this is indicated by the fracture results outside of the weld joint. With an average tensile strength value of 485.72 Mpa. From the results of the hardness test, it was found that there was a difference in the hardness of the connection area (Weld Line) with the main metal area and the HAZ (Heat Affected Zone) area. The parent metal area has a higher hardness value compared to the joints (Weld Line) and HAZ (Heat Affected Zone) areas. The highest hardness value is in the base metal 231.75 VHN. From the microstructure examination results in the joint area, it can be seen that the grain size in the connection area (Weld Line), HAZ (Heat Affected Zone) and the parent metal is different. In the Weld Line the grain size is coarser compared to the HAZ (Heat Affected Zone) and the parent metal.

Keywords : 304 stainless steel, TIG, tensile strength, microstructure, Vickers hardness

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
Abstrak	x
<i>Abstract</i>	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Proses Dasar Pengelasan	6
2.2.2 Macam - Macam Sambungan Pengelasan	7
2.2.3 Simbol Pengelasan	9
2.2.4 Pengelasan GTAW/TIG	12
2.2.5 Prinsip kerja Las TIG/GTAW	14
2.2.6 Kelebihan dan Kekurangan Las TIG/GTAW.....	15
2.3 Bahan Pengisi Las TIG/GTAW.....	16
2.4 Kajian Materi Uji.....	18
2.4.1 <i>Stainless Steel</i> (Baja Tahan Karat)	18

2.4.2	Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	24
2.5	Pengujian Bahan	25
2.5.1	Pengujian Komposisi Kimia.....	25
2.5.2	Pengujian Tarik dengan Standar ASTM E8 (σ, ϵ)	27
2.5.3	Pengujian Kekerasan dengan Standar E92	33
2.5.4	Pengujian Struktur Mikro dengan Standar ASTM E407.....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Rancangan Penelitian	39
3.2	Alat dan Bahan	40
3.2.1	Bahan Penelitian.....	40
3.2.2	Alat Penelitian.....	40
3.3	Prosedur Penelitian.....	45
3.3.1	Proses pengelasan	45
3.3.2	Proses Pembuatan Spesimen Pengujian	47
3.4	Pengujian Komposisi Kimia.....	49
3.5	Proses Pengujian Tarik.....	50
3.6	Proses Pengujian Kekerasan.....	51
3.7	Proses Pengujian Foto Struktur Mikro.....	52
3.8	Lokasi Penelitian	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....	53
4.2	Hasil Pengujian Tarik Standar ASTM E8.....	55
4.3	Hasil Pengujian Kekerasan Standar ASTM E92	56
4.4	Hasil Pengujian Foto Struktur Mikro Standar ASTM E407.....	57
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipe sambungan pengelasan	7
Gambar 2.2 Macam – Macam Kampuh Pada Pengelasan	7
Gambar 2.3 <i>Standard Groove</i>	8
Gambar 2.4 Simbol Pengelasan	9
Gambar 2.5 <i>Basic Weld Symbol</i>	10
Gambar 2.6 <i>Supplementary Symbol</i>	11
Gambar 2.7 <i>Location Significance of the Arrow</i> (achmadi, 2020)	12
Gambar 2.8 Skema Pengelasan GTAW (Kalpakjian, 2010).....	12
Gambar 2.9 Komponen Las GTAW (Kalpakjian, 2010).....	13
Gambar 2.10 Pengaruh polaritas dan jenis arus pada manik-manik las: (a) arus DC dengan polaritas lurus; (b) arus DC dengan polaritas terbalik; (c) arus AC (Kalpakjian, 2010).	15
Gambar 2.11 Diagram Fasa <i>Stainless Steel</i> (keterangan : A = <i>austenite</i> , F= <i>ferrite</i> , dan M = <i>martensitic</i>)	22
Gambar 2.12 Diagram CCT Austenitik.....	22
Gambar 2.13 Diagram TTT Austenitik 304 (Lacoveillo, 2003)	23
Gambar 2.14 Diagram fasa Fe-Fe ₃ C (Kalpakjian, 2010).....	24
Gambar 2.15 Profil Singkat Uji Tarik.....	28
Gambar 2.16 Digram Tegangan Regangan Untuk Menentukan Kekuatan Luluh (ASTM E8, 2016).....	31
Gambar 2.17 Standar ukuran pengujian tarik (ASTM E8, 2012).....	32
Gambar 2.18 Bentuk perpatahan pada uji Tarik	33
Gambar 2.19 Indentasi <i>Vickers</i> (ASTM E92)	34
Gambar 2.20 Struktur mikro metal	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia tipe austenitik	20
Tabel 2.2 <i>Properties</i> pada tipe austenitik	21
Tabel 2.3 Komposisi Kimia <i>Stainless Steel</i> Austenit	26
Tabel 2.4 Komposisi kimia <i>stainless steel</i> Austenit SNI:7840 (BSN,2012)	27
Tabel 2.5 Komposisi dan Prosedur <i>Etcha</i> Pada <i>Stainless Steel</i> Austenit (ASTM E407)	36
Tabel 4.1 Hasil pengujian komposisi kimia sesuai dengan standar BSN...	53
Tabel 4.2 Hasil Uji tarik dengan arus 90 A pad ass 304 tebal 4mm	56
Tabel 4.3 Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i> dengan arus 90 A	57

DAFTAR NOTASI

σ	:Tegangan (N/mm ²)
F	: Beban (N)
A	: Luas penampang (mm ²)
ε	:Regangan (%)
L ₀	: Panjang awal (mm)
L	: Panjang setelah ditarik (mm)
L ₀	: Panjang awal (mm)
ΔL	: pertambahan panjang (mm)
L	: panjang akhir (mm)
E	: besar modulus elastisitas (kN/mm ²)
σ	: Tegangan (kN/mm ²)
ε	: Regangan
σ_B	: kekuatan tarik
F _B	: gaya terbesar
A ₀	: luas awal penampang
VHN	: <i>Vickers Hardness Number</i> (HV)
F	: Beban yang diberikan (kgf atau gf)
A	: Luas area indentasi (mm ² atau μm^2)
Θ	: Sudut Indentor (136°)
D	: Panjang diagonal bekas indentasi (mm atau μm)